

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-357348

(43)Date of publication of application : 26.12.2001

(51)Int.CI. G06K 7/00
G06K 7/10

(21)Application number : 2001-128060 (71)Applicant : NCR INTERNATL INC

(22)Date of filing : 25.04.2001 (72)Inventor : TANG HONG

(30)Priority

Priority number : 2000 558652 Priority date : 26.04.2000 Priority country : US

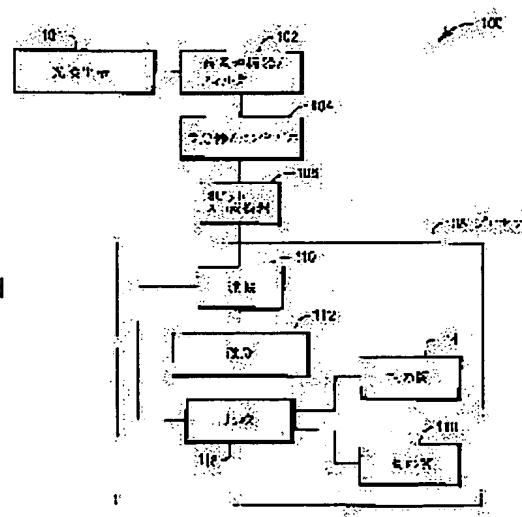
(54) METHOD AND DEVICE FOR DOUBLE THRESHOLD OF BAR CODE SIGNAL

PROCESSING

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a bar code processing system which can perform the flexible operations of variable filtering, threshold, etc., and also can perform the signal processing without generating phase distortion.

SOLUTION: The Gaussian filtering of optical signals are carried out and the digital 1st-order differential signals are differentiated for producing the 2nd-order differential signals. The digital 1st-order signals are compared with both positive and negative thresholds and the 2nd-order differential signals are checked about whether the 2nd-order differential signal have the zero point crossing. Then the negative logical transition is identified when the positive peaks of 1st-order differential signals exceed the positive threshold and also when the 2nd-order differentiation has the zero point crossing within the prescribed time set before or after the positive peaks of 1st-order differential signals exceeds the positive threshold. Meanwhile, the positive logical transition is identified when the negative peaks of 1st-order differential signals exceeds the negative threshold and also when the 2nd-order differentiation has the positive zero point crossing within the prescribed time set before or after the negative peaks of 1st-order differentiation signals exceed the negative threshold.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

(51)Int.Cl.
G 0 6 K 7/00
7/10

識別記号

F I
G 0 6 K 7/00
7/10コード(参考)
F 5 B 0 7 2
R

審査請求 未請求 請求項の数13 O.L (全13頁)

(21)出願番号 特願2001-128060(P2001-128060)
 (22)出願日 平成13年4月25日(2001.4.25)
 (31)優先権主張番号 09/558652
 (32)優先日 平成12年4月26日(2000.4.26)
 (33)優先権主張国 米国(US)

(71)出願人 592089054
 エヌシーアール インターナショナル インコーポレイテッド
 NCR International, Inc.
 アメリカ合衆国 45479 オハイオ、デイトン サウス パターソン ブールバード
 1700
 (74)代理人 100098589
 弁理士 西山 善章

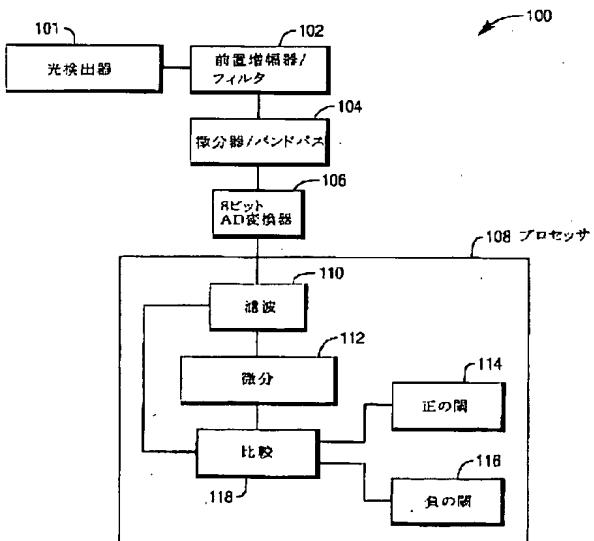
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 バーコード信号処理における二重閾の方法及び装置

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 可変的な濾波および閾をなどの柔軟な動作をすると共に、位相歪みを生じさせることなく信号を処理することができるバーコード処理システムを提供する。

【解決手段】 光信号をガウス濾波に掛け、デジタル一階微分信号を微分して二階微分信号を形成する。このデジタル一階微分信号は正の閾値と負の閾値とに比較され、二階微分信号がゼロ点交差をするか否かについて二階微分信号を検査する。一階微分信号の正のピークが正の閾値を超えるとき、且つ正のピークが正の閾値を超える前又は後の所定時間内に二階微分がゼロ点交差をするときは、負の論理遷移が同定される。一階微分信号の負のピークが負の閾値を超える前又は後の所定時間内に記二階微分が正のゼロ点交差をするときは、正の論理遷移が同定される。



て光電流信号を受信する受信手段と、
前記光電流信号の一階微分信号を発生する手段と、
前記一階微分信号に基づいて正の閾値を発生する手段
と、

前記一階微分信号に基づいて負の閾値を発生する手段
と、

前記光電流信号の二階微分信号を発生する手段と、
前記一階微分信号が上記正の閾値よりも大きく、且つ二
階微分信号がゼロ点交差を示すなら、バーコードデータ
10 の正の遷移を認識する手段と、

前記一階微分信号が上記負の閾値よりも小さく、且つ二
階微分信号がゼロ点交差を示すなら、バーコードデータ
の負の遷移を認識する手段と、を含むことを特徴とする
バーコード処理システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は一般に、改良されたバーコード情報処理に関する。特に本発明は、バーコードデータに生じる遷移を検出すべくバーコードデータを処理するため閾値を決定する、有利な方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】通常、バーコード信号はバーコードにレーザーを通過させ、あるいはバーコードをレーザーで走査することにより発生する。バーコードはレーザービームから来た光をレンズ又は鏡の上に散乱させ、そのレンズ又は鏡が光を光検出器に集光する。光検出器はこの光を光電流信号に変換する。光検出器上に落ちる光は、バーコードを形成している明るいバーの反射率と暗いバーの反射率との変化によって変調を受け、変化する。光電流信号は走査過程中に変化するが、それはレーザーがバーコードを通過する際に明領域および暗領域を通過するからであり、その結果、光検出器上に至る光の強度に変化が起こる。したがって、光電流信号はバーコードの明暗領域の表示を与えるので、これを処理することにより当該バーコードが表す論理遷移を同定することができる。

【0003】典型的なバーコードスキャナの場合、レーザービームがバーを通過するところでは光電流は低レベルになり、レーザービームがバーを出て白い領域に移ると高レベルに上昇する。レーザービームが白い領域を通過する間、光電流は高レベルにとどまり、ビームが白い領域を出てバーに到達すると光電流は低レベルに下がる。光電流レベルのこれらの変化を処理してバーコード内の対応する遷移が同定される。

【0004】バーコード領域の間にある遷移を明確に同定するのを助けるため、光電流信号は電圧変化に変換され、増幅され、濾波される。高周波ノイズを低減するためにローパスフィルタが使用される。信号は次いで、一階微分、反転一階微分、二階微分、および反転二階微分

【特許請求の範囲】

【請求項1】バーコードを処理するための閾値を発生する方法であつて、
バーコードから反射された光に呼応して光電流信号を受信するステップと、
前記光電流信号の一階微分信号を発生するステップと、
前記一階微分信号に基づいて交流電流閾値を発生するステップと、
前記交流電流閾値と直流電流閾値とにに基づいて閾値を発生するステップとを含むことを特徴とする閾値発生方法。

【請求項2】前記閾値が正の閾値であることを特徴とする、請求項1に記載の閾値発生方法。

【請求項3】前記閾値が負の閾値であることを特徴とする、請求項1に記載の閾値発生方法。

【請求項4】前記交流電流閾値がゼロに向けて減衰することができるステップを含むことを特徴とする、請求項1乃至3のいずれか一項に記載の方法。

【請求項5】前記一階微分信号を前記直流電流閾値と比較するステップを含むことを特徴とする、請求項1乃至4のいずれか一項に記載の閾値発生方法。

【請求項6】前記一階微分信号を定数と比較するステップを含み、前記定数が前記直流電流閾値よりも大きいことを特徴とする、請求項1乃至4のいずれか一項に記載の閾値発生方法。

【請求項7】前記交流電流閾値がさらに、先行の交流電流閾値に基づいていることを特徴とする、請求項1乃至6のいずれか一項に記載の閾値発生方法。

【請求項8】バーコードを処理するための閾値を発生するバーコード閾値システムであつて、
バーコードから反射された光に呼応して光信号を受信する受信手段と、
前記光電流信号の一階微分信号を発生し、前記一階微分信号に基づいて交流電流閾値を発生し、前記交流電流閾値と直流電流閾値とにに基づいて閾値を発生する処理手段と、を含むことを特徴とするシステム。

【請求項9】前記交流電流閾値がゼロに向けて減衰できるように、前記処理手段が構成されていることを特徴とする請求項8に記載のシステム。

【請求項10】前記処理手段が前記一階微分信号を前記直流電流閾値と比較するように構成されていることを特徴とする、請求項8又は9に記載のシステム。

【請求項11】前記処理手段が前記一階微分信号を定数と比較するように構成されており、前記定数が前記直流電流閾値よりも大きいことを特徴とする、請求項8又は9に記載のシステム。

【請求項12】前記交流電流閾値がさらに、先行の交流電流閾値に基づいていることを特徴とする、請求項8乃至11のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項13】バーコードから反射された光に呼応し

を生じるための一連の回路に入力される。光電流信号の上向き遷移及び下向き遷移を表現するのに一階微分の山(ピーク)及び谷が使われる。ピーク及び谷は適當な正の閾値(正閾値)及び負の閾値(負閾値)と比較される。もしもピークが正の閾値よりも高いと、二階微分がゼロ点交差するか否か検査される。もしもゼロ点交差があると、0から1への論理状態の遷移が同定される。同様にして、もしも谷が負の閾値よりも低いと、2次の微係数がゼロ点交差するか否か検査される。もしもゼロ点交差があるなら、1から0への論理状態の遷移が同定される。

【0005】典型的な先行技術のシステムでは、光電流信号の処理にアナログ回路網が使われている。先行技術のアナログシステムは高速処理を行うことができ、今日の走査システムは高速処理を必要とする光電流を発生するが、その高速処理はアナログシステムによって与えられている。上記の先行技術では、適度のコストの下で十分に高速な処理を得るために、通常はアナログシステムが必要とされる。

【0006】しかしながら、処理にアナログ回路を使用することにいくつかの欠点がある。バーコードラベルは特性上著しく異なり、また、単一の走査ステーションが他種類のバーコードを処理する必要があるので、同じスキヤナによって特性が広範に異なる信号が発生することがある。例えば、同じスキヤナから異なる信号が生じるなら、異なる信号ごとに異なる濾波を与えるようにして、異なる信号に異なるノイズ特性をもつようにすることが有利であろう。しかしながら、アナログシステムではハードウェアの交換なしにはフィルタ特性を変えることができないし、特に、所定の濾波を与えるように選択された値をもつ抵抗器やコンデンサ等の離散的コンポーネントを交換することなしにはフィルタ特性を変えることができない。さらに、アナログフィルタは信号に位相歪みを導入し、アナログバーコード処理システムにおける濾波を行うのに広く使用されている演算増幅器は比較的に高価である。アナログバーコード処理システムは通常十分な数のオペアンプを必要とし、これはシステムのコストを顕著に増加する。さらに、アナログ回路は使用可能な閾値と特性とに限界がある。二重閾システムを与えることによりこの限界を補償することができるが、この方法もまたシステムのコストを高めてしまう。

【0007】バーコードのアナログ処理に付随するもう一つの欠点は、アナログシステムは通常、多数の離散的アナログコンポーネントを必要とし、これが著しくシステムのコストと複雑さを増すことである。さらに、アナログシステムはシステムの特性に迅速且つ便利な調整を行うための柔軟性、たとえば信号を多重チャンネルに分割する能力とか多重閾値を与える能力などの柔軟性に欠ける。広幅のバー又は空隙の後に幅の狭いバー又は空隙がくるときは遷移線を元に戻すことは困難であるから、

複数の閾値を与える能力に欠ける点は、アナログシステムに特に求められる努力目標である。大きなバー又は空隙は閾値のレベルを高くするので、幅の狭いバー又は空隙により発生されるピーク値は、幅広のバー又は空隙が存在したことにより発生した閾値に達しないから、失われる可能性がある。

【0008】さらに別の限界は、アナログシステムに通常使用される比較器はオフセット電圧をもっている点である。オフセット電圧とは、複数の入力を識別できるための最小の差異、すなわち入力信号と閾値信号との間の差異である。このオフセット電圧は、アナログシステムが非常に小さな信号を処理する能力を制限する。光電流信号及び閾信号がオフセット電圧に達するように光電流信号及び閾信号を増幅すると、増幅によって信号が非線形となることがあるため、歪みが導入される可能性がある。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】それ故、本技術分野においては、可変的な濾波および閾をなどの柔軟な動作を20 することができながら、位相歪みを導入することなく、且つ小さな信号を処理することができる、バーコード処理システムが必要とされている。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の第一の局面では、バーコードを処理するための閾値を発生する方法が与えられる。この方法は、バーコードから反射された光に呼応して光電流信号を受信するステップと、上記の光電流信号の一階微分信号を発生するステップと、上記の一階微分信号に基づいて交流電流閾値を発生するステップと、上記の交流電流閾値と直流電流閾値に基づいて閾値を発生するステップとを含む。

【0011】本発明の第二の局面ではバーコード処理のための閾値を発生するバーコード閾値システムが与えられる。このシステムは、バーコードから反射された光に呼応して光信号を受信する受信手段と、上記の光電流信号の一階微分信号を発生し、上記の一階微分信号に基づいて交流電流閾値を発生し、上記の交流電流閾値と直流電流閾値とに基づいて閾値を発生するための処理手段とを含む。

【0012】本発明の第三局面ではバーコード処理システムが与えられる。このシステムは、バーコードから反射された光に呼応して光電流信号を受信する受信手段と、上記の光電流信号の一階微分信号を発生するための手段と、上記の一階微分信号に基づいて正の閾値を発生する手段と、上記の一階微分信号に基づいて負の閾値を発生する手段と、上記の一階微分信号に基づいてゼロ点交差を示すなら、バーコードデータの正の遷移を認識する手段と、上記の一階微分信号が上記正の閾値よりも大きく、且つ二階微分信号がゼロ点交差を示すなら、

バーコードデータの負の閾値よりも小さく、且つ二階微

分信号がゼロ点交差を示すなら、バーコードデータの負の遷移を認識する手段とを含む。

【0013】本発明のバーコード処理システムは光電流信号を生じる光検出器を含む。この光電流信号は増幅器に送られるが、この増幅器は、増幅された信号が十分な鉛直方向分解能をもつことにより確実に小信号の処理を可能にするための自動利得制御回路を含むことができる。増幅された信号は、一階微分信号を生じるためのアナログ微分に掛けてもよい。この信号はアナログ-デジタル変換器によってデジタル化され、デジタル信号を生じる。アナログ-デジタル変換器は、当該信号のデジタル表示を構築するために一階微分信号をサンプリングする。アナログ-デジタル変換器は、信号レベルを測定し、最小デジタル増分 2^{-N} の倍数であるデジタル値を割り当てる。ただし N はアナログ-デジタル変換器の出力ビット数である。エラーを許容できる程度に低減するためには、アナログ-デジタル変換は十分な出力ビット数をもっていることが必要であり、且つ十分な速度でサンプリングをしなければならない。許容可能なエラーはバーコードのバー又は空隙の幅の5%未満であることが好ましい。デジタル信号は次に、バーコード情報を復元するという特定用途に特化された集積回路等のデジタルプロセッサを使って処理される。

【0014】上記のデジタル一階微分信号は、ガウス分布フィルタを使って濾波され、微分され、デジタル二階微分信号を形成する。デジタル二階微分信号が形成されるのと同時に、デジタル一階微分信号を閾値と比較するために、デジタル一階微分信号が解釈され、正及び負の閾値を生じる。閾値は基本となるDC成分と付加的なAC成分とを有する。AC成分はデジタル一階微分信号にしたがって変化する。デジタル一階微分信号が大きなピーク値をもつなら、閾値のAC成分は大きくなり、デジタル一階微分信号がより小さなピークをもつなら、閾値のAC成分は小さくなる。負の閾値は正の閾値に-1を乗じることにより発生してもよい。しかしながら、必要に応じて正の閾値及び負の閾値を独立に生じることができ、そのときの正の閾値のAC成分はデジタル一階微分信号の正のピーク値に依存するように設定され、負の閾値のAC成分はデジタル一階微分信号の負のピーク値に依存するように設定される。この方法は、システムの感度を改善するとともに、ピーク値が不適切にも閾値に達しなくなる、という可能性を減らす。

【0015】論理遷移はデジタル一階微分信号およびデジタル二階微分信号を評価することにより同定される。デジタル一階微分信号のピークが閾値を超え、且つ対応するゼロ点交差がデジタル二階微分信号中に検出されると、論理遷移が認識される。論理遷移が認識されるためには、所定の時間ウインドウ内で閾値を超えるピークが検出されることによりゼロ点交差が検出されなければならない。その場合の時間ウインドウはアナログ-デジタル変換器のサンプリング速度に応じて定義される。

【発明の詳細な説明】

【0016】添付の図面を参照して以下に本発明を説明する。

【0017】閾値を変更する等のいろいろの必要性に容易に適合し、且つアナログシステムに付随する制限、たとえばアナログ比較器のオフセット電圧特性が固定的である等の制限から生じる諸問題を克服するために、本発明のバーコード処理方法およびそのための装置は、以下に詳細に述べるようなバーコードイメージのデジタル処理を採用する。

【0018】図1は本発明のバーコード処理システム100を示す。バーコード処理システム100は光検出器101を含み、この検出器はバーコードの走査中、光検出器101に当たった光に応じて光電流を発生する。バーコード処理システム100は前置増幅器とローパスフィルタとの複合回路102、微分器とバンドパスフィルタとの複合回路104、および8ビットアナログ-デジタル変換器106を備えている。前置増幅器/ローパスフィルタ複合回路102は光電流を電圧に変換し、ノイズを濾波し、その電圧を増幅して光電圧信号を生じる。微分器/バンドパスフィルタ複合回路104は光電圧信号のアナログ一階微分をとり、さらにその信号を濾波し、一階微分信号を生じる。この一階微分信号は、高い周波数の信号部分に対してはより高い利得をもつていい。加えて、微分は、いかなるDC成分も含まない一階微分信号を生じる。この一階微分信号は次いでアナログ-デジタル変換器106に与えられ、アナログ-デジタル変換器106はこの一階微分信号をデジタル化してデジタル一階微分信号を生じる。このアナログ-デジタル変換器は十分に高速で、バーコードの最も幅の狭いバーまたは空隙の幅の高々5%のサンプリングエラーを生じる程度に高速である。最大デジタル化エラーは理論上、一サンプリング幅(バーコード素子であるバー又は空隙の各端において1/2の幅)である。パルス幅が160nsであるなら、この幅は周波数3MHzをもつスキヤナにとって典型例であるが、サンプリング間隔は160nsの5%ずなわち8nsである。このようにして一サンプリング間隔(最大理論エラー)はパルス幅の5%となる。したがって、周波数3MHzのスキヤナで使用するなら、アナログ-デジタル変換器106は125MHzのサンプリング速度が必要である。走査周波数が種々異なる場合、したがってパルス幅が種々異なる場合、異なるアナログ-デジタル変換器周波数が使用される。例えば、1MHzの走査周波数を使うなら、アナログ-デジタル変換器周波数は48MHzとなる。

【0019】アナログ-デジタル変換器106は上記のデジタル位階微分信号をプロセッサ108へ送る。プロセッサ108は、現地でプログラム可能な適当なゲートアレイであるか、又は用途に特化した適当な集積回路で

よい。プロセッサ108は、論理遷移を同定するためにデジタル一階微分信号を処理する。

【0020】108はローパスフィルタ機能部110を含むが、この機能部110はプログラム可能なガウス分布フィルタであることが好ましい。ただし他のローパスフィルタを適当に使用することができる。このガウス分布フィルタによる濾波（ガウス濾波）は、複素数計算を一切使用しないので、一階微分信号に位相シフトを持ち込まない。すなわち、すべての濾波計算は実数を使って実行される。

【0021】ガウス濾波をここに開示したが、特定の動作環境の必要に応じて任意の種類の数学的濾波を実行するためにプロセッサ108をプログラムすることは日常的なことである。

【0022】濾波が完了した後、デジタル一階微分信号は、デジタル二階微分信号を生じる微分機能部112の処理を受ける。微分が行われる際、一階微分信号もまた正の閾値機能部114および負の閾値機能部116により解析され、一階微分信号のピークと比較するための正及び負の閾値が発生される。正の閾値はDC成分と電子的バックグラウンドノイズとを含んでいるが、DC成分は、バーコードの前に現れる白地の余白のような紙ノイズに起因する偽のピークを除去するためのものである。このDC成分は予めプログラムすることができ、あるいは処理システム100を使用するバーコードスキャナ内のマイクロコントローラから受信した情報に基づいて設定することができる。正の閾値もまた、一階微分信号のピークのエネルギーに基づくAC閾値成分を含む。特定の装備態様に応じて、負の閾値機能部116は単に正の閾値に-1を乗じることにより負の閾値を計算してもよく、あるいは独立に負の閾値を計算してもよい。

【0023】一階微分信号、二階微分信号、正の閾値及び負の閾値は比較機能部118によって処理される。比較機能部は一階微分信号の各ピークを検査し、ピークが正の閾値又は負の閾値を超えるか否かを決定する。もしも正のピーク値が正の閾値を超えるなら、所定の時間ウインドウ内で二階微分信号がゼロ点交差するか否かが検査される。時間ウインドウは非常に小さく、アナログ-デジタル変換器106のサンプリング間隔数個分である。この小さなウインドウを非常に小さくすることができる原因是、一階微分信号のデジタル処理に位相シフトが全く導入されず、したがってアナログ処理によって導入され得る位相シフトを許容するために時間ウインドウを広くすることが必要ないためである。しかし、必要であれば、アナログシステムで使用される程度にこの時間ウインドウを比較的広くすることができます。時間ウインドウは閾値に応じて適当に調節することができる。

【0024】本システムとは対照的に、アナログバーコード処理システムは比較的広い時間ウインドウを必要

とする。なぜならばアナログ濾波では位相シフトが導入されるからであり、また走査オペレーションの変化が、生じた信号の位相に著しい差異をもたらすためである。例えば、走査期間中、バーコードはスキャナから比較的に遠方にあるかも知れないし、近くにあるかも知れない。バーコードがスキャナに接近しているなら、バーコードを横断する走査の線形速度は低く、生じる信号の周波数は低い。バーコードがスキャナから離れているなら、走査の線形速度は高く、信号の周波数はより高くなる。異なる信号は位相が異なり、その結果、遭遇する種々の位相シフトを許容するためには比較的幅の広い時間ウインドウを必要とする。加えて、周波数の異なる信号は振幅が異なるから、それが、異なる信号振幅を許容するための閾値を設定することを困難にする。本発明のデジタル閾値は、それとは対照的に、もっと容易に調節でき、それ故変化のある信号にもっと容易に適合することができる。

【0025】時間ウインドウ内で負のゼロ点交差が発見されるなら、負の論理遷移が認識される。他方、一階微分信号の負のピークが負の閾値を超えると、時間ウインドウ内で正のゼロ点交差するかどうかについて二階微分信号が検査される。正のゼロ点交差が発見されるなら、正の論理遷移が認識される。

【0026】図2は本発明による別のバーコード処理システム200を示す。この処理システム200は光検出器201、前置増幅器/フィルタ段202、10ビットアナログ-デジタル変換器204、及びプロセッサ206を含む。この処理システム200は、処理システム200が光電圧を一階微分する前にデジタル化する点で処理システム100と異なる。このため、アナログ-デジタル変換器204はアナログ-デジタル変換器106に必要である以上の出力ビット数をもつことが必要である。このことが必要となるのは、前置増幅器/フィルタ段202により発生された光電圧信号の振幅が、微分器/バンドパスフィルタ複合回路104により発生される一階微分信号の振幅よりも広範囲であるからである。さらに、前置増幅器/フィルタ段202により発生される光電圧信号はDCオフセットをもつてもよい。それ故、アナログ-デジタル変換器204は、十分に正確な光電圧の表示を発生するためにはより大きなビット容量をもつていなければならない。

【0027】アナログ-デジタル変換器204は光電圧をデジタル化し、デジタル化した光信号をプロセッサ206に与える。プロセッサ206は次いで、デジタル化された光信号を処理し、光信号により表される論理遷移を同定する。プロセッサ206は、光信号を微分してデジタル一階微分信号を生じる一階デジタル微分機能部208を含む。デジタル一階微分信号が一旦発生されると、プロセッサ206はデジタル一階微分信号を処理し、図1のプロセッサ108と同様にして当該一階微分

信号により表される論理遷移を同定する。この処理は、デジタルフィルタ機能部210、デジタル二階微分機能部212、デジタル正閾値発生機能部214、デジタル負閾値発生機能部216、及び比較機能部218を使って行われる。

【0028】図3は、本発明のバーコード処理に適切に使用することができるデジタル正閾値発生の方法300を示す。方法300は、これをプロセッサ108または206で適切に使用することにより、デジタル正閾値を発生することができる。

【0029】方法300はバーコードを走査することにより発生される光信号に基づいてデジタル信号に対する閾値を生じるのに使用される。そのデジタル信号は複数のサンプルを含む。信号を形成している各サンプルに対して閾値が発生される。ステップ301で、サンプル番号が1に設定される。ステップ302で、一階微分信号サンプルdS(n)が所定のDC閾値と比較される。サンプルdS(n)がDC閾値を超えていないなら、処理はステップ304に進み、予定の定数C2により制御される速度でAC閾値がゼロに向けて減衰するのを許す。このことは、サンプルdS(n)に対する正の閾値のAC成分値であるpthAC(n)がC2*pthAC(n-1)に設定されることを意味する。定数C2は閾値の減衰率を制限するように選ばれる。閾値が急速に立ち上ることは許容すべきであるが、急速に減衰することを許容すべきでない。次に、処理はステップ306に進み、CD閾値pthDCはpthAC(n)に加算され、閾値pth(n)を生じる。処理は次いで、ステップ320に進み、サンプル番号nが1だけ増量される。この処理は次にステップ302に戻る。

【0030】サンプルdS(n)がDC閾値を超えるなら、処理はステップ308に進み、サンプルdS(n)がプログラム可能な定数C1と比較される。ここでC1はAC閾値成分に非線形性を加えるように選ばれた定数である。定数C1は、閾値が確実に、予期されるベースラインノイズレベルを超えるように、且つ所定のDC閾値pthDCよりも大きくなるように、選択される。サンプルdS(n)が定数C1を超えるなら、処理はステップ310に進み、AC閾値thAC(n)に値f2[pthAC(n-1), dS(n)]が与えられる。ただしf2は現在のサンプル及び先行のサンプルを考慮に入ることにより閾値を調節するように選ばれる関数である。例えば、この関数はf2=((pthAC(n-1)*7)+(dS(n)-pthDC)/5/64)+(dS(n)-C1)*1/4と選ぶことができる。この選択は以前のサンプルに対するAC閾値、現在のサンプル値、DC閾値、および現在のサンプルと定数C1との差を考慮に入るものである。

【0031】次に、処理はステップ314に進み、pthAC(n)がC2*pthAC(n-1)よりも小さいか否か検査される。ここでC2はプログラム可能な定数である。もしもpthAC(n)がC2*pthAC(n-1)よりも小さいなら、処理はステップ304に進み、pthAC(n)の値をC2*pthAC(n-1)に設定す

ることにより、pthACの値がゼロに向かって減衰することを許す。次に、処理はステップ306に進み、DC閾値pthDCがpthAC(n)に加算されて閾値pth(n)を生じる。処理は次いでステップ320に進み、サンプル番号nが1だけ増量される。処理は次にステップ302に戻る。

【0032】ステップ308に戻って、サンプルdS(n)が定数C1を超えないなら処理はステップ312に進み、pthAC(n)に値f1[pthAC(n-1), dS(n)]が与えられる。ここでf1は現在のサンプル及びそれ以前のサンプルを考慮に

10入れることにより閾値を調節するために選ばれる関数である。例えば、関数f1を計算するのに使用する公式は

$$f1=(pthAC(n-1)*7)+(dS(n)-pthDC)*5/64.$$

でよい。この式は先行のサンプルに対するAC閾値と、現在のサンプルとDC閾値との差とを考慮に入れる。注意すべき点は、検査するサンプルを現在のサンプルと先行のサンプルに限定する必要はないことである。必要であれば、現在のサンプルに近接するある範囲内のサンプルを使用することができる。例えば、f1を計算するのに使用できる代わりの公式は

20

$$f1=[pthAC(n-1)*28+[dS(n-8)+dS(n-7)+dS(n-6)+dS(n)+dS(n+6)+dS(n+7)]/16]/32$$

でもよい。この公式は、閾値を現在計算しているサンプルの両側の全範囲のサンプルを考慮に入れる。次に、処理はステップ314に進み、pthAC(n)がC2*pthAC(n-1)よりも小さいか否かを検査する。ここでC2はプログラム可能な定数である。もしもpthAC(n)がC2*pthAC(n-1)よりも小さいなら、処理はステップ304に進み、pthAC(n)の値をC2*pthAC(n-1)に設定することにより、pthACの値をゼロに向けて減衰することを許す。次に、処理

30
 はステップ306に進み、DC閾値pthDCはpthAC(n)に加算され、閾値pth(n)を生じる。処理は次いで、ステップ320に進み、サンプル番号nを1だけ増大する。処理は次にステップ302に戻る。

【0033】ステップ314に戻って、値pthAC(n)がC2*pthAC(n-1)よりも小さくないなら、処理はステップ306に進み、pthAC(n)がDC閾値pthDCに加算され、閾値pth(n)を生じる。処理はステップ320に進み、サンプル番号nが増量される。処理は次にステップ302に戻る。

40
 【0034】図4は本発明のバーコード処理方法400を示す。ステップ402で、光電流信号がバーコードスキャナから連続的に受信される。閾値レベルを設定するのに使用する制御信号もスキャナから受信することができる。ステップ404で光信号は濾波され、ノイズピークを除去され、電圧に変換され、増幅されて光電圧を生じる。ステップ406で、光電圧は微分され、バンドパスフィルタに掛けられて一階微分電圧を生じる。ステップ408で、一階微分電圧は、各サンプルに番号nを付けられた一連のサンプルを含むデジタル一階微分信号に変換される。ただしnは各処理サイクルの終わりに増量

される。次いでこれらのサンプルは、デジタル一階微分信号により表される論理遷移を同定するために順次に解析される。ステップ410で、サンプル番号nが1に設定される。ステップ412でデジタル一階微分信号サンプルdS(n)はデジタルローパス濾波を受ける。ここで使用した濾波は、予想される信号の特性に応じてフィルタ幅がプログラムされたガウス濾波であることが好ましい。ステップ414で、デジタル一階微分信号サンプルnが微分されてデジタル二階微分d²S(n)が発生される。ステップ416で、サンプルdS(n)に対してデジタル正閾値pth(n)とデジタル負閾値nth(n)とが発生される。

【0035】ステップ418で、サンプルdS(n)がデジタル正閾値pth(n)又はデジタル負閾値nth(n)を超えているか否かを決定するためにサンプルdS(n)が検査される。サンプルdS(n)がデジタル正閾値pth(n)を超えているなら、処理はステップ420に進み、デジタル二階微分サンプルd²S(n)が負のゼロ点交差を表すか否か、すなわちサンプルd²S(n)が0以下であるか否か、を決定するために検査され、また、サンプルd²S(n-1)（すなわち先行のデジタル二階微分サンプル）が0より大きいか否かを決定するために検査される。これら両方の条件が満たされるなら、先行のサンプルが0を超えていたのにデジタル二階微分サンプルd²S(n)は0以下になっている。したがって、サンプルd²S(n)は負のゼロ点交差を表す。サンプルd²S(n)が負のゼロ点交差を表すなら、処理はステップ422に進み、負の論理遷移が認識される。サンプルd²S(n)が負のゼロ点交差を表さないなら、処理はステップ426に進み、nの値が増量される。処理は次いでステップ412に戻る。

【0.036】ステップ418に戻って、サンプルdS(n)がデジタル負閾値nth(n)よりも小さいなら、これはサンプルが負の方向にデジタル負閾値nth(n)を超えていていることを意味し、処理はステップ428に進み、デジタル二階微分サンプルd²S(n)が、正のゼロ点交差を表しているか否か、すなわちサンプルd²S(n)が0以上であるか否か、を決定するために検査され、且つ先行の二階微分サンプルであるサンプル値d²S(n-1)が0未満であるか否かを決定するために検査される。これら両方の条件が満たされるなら、二階微分サンプルd²S(n)はゼロ以上であり、先行のサンプルはゼロ未満であったのである。したがって、サンプルd²S(n)は正のゼロ点交差を表す。サンプルd²S(n)が正のゼロ点交差を表すなら、処理はステップ430に進み、正の論理遷移が認識される。サンプルd²S(n)が正のゼロ点交差を表さないなら、処理はステップ426に進み、nの値が増量される。処理は次にステップ412に戻る。

【0037】ステップ418に戻って、サンプルdS(n)が正又は負の閾値のいずれをも超えないなら、処理はステップ426に進み、nの値が増量される。処理は次いでステップ412に戻る。

10. の閾値曲線 504 は、図 3 に関連して上述した処理によって発生することができる正の閾値を示す。この図に示すように、負の閾値曲線 506 は、正の閾値曲線を反転させることにより、言い換えると正の閾値曲線 504 に -1 を乗じることにより、得ることができる。

【0039】図3に関連して上に注意したように、正の閾値曲線504は、一定のDC成分と可変のAC成分とを含んでいる。AC成分は一階微分曲線502のピークのエネルギーと共に変化し、当該信号の特性に閾値を適合させることを可能にする。信号ピークが高ければ閾値はより高く設定され、その結果、高レベル信号ピークに付随する高レベルノイズピークが適切に除去される。信号ピークが低ければ閾値がもっと低く設定され、その結果、低い信号ピークでも閾値に達する。

【0040】図5(B)は、デジタル二階微分曲線510を含んだグラフ508を示す。デジタル二階微分曲線510は本発明のバーコード処理システムにより発生される二階微分信号 d^2S を表す。曲線510は、サンプル間隔を約42nsにしてサンプル間隔に対してプロットした電圧を表している。二階微分曲線510は、サンプ

30 ル点を表す点 5 1 1 のような点を含んでおり、これらの点は見易くするために線で結んである。この第二グラフ 5 0 8 は、光電圧によって表される論理遷移を表す論理遷移曲線 5 1 2 を含んでいる。論理遷移曲線 5 1 2 は、一階微分曲線 5 0 2 の正のピークが正の閾値曲線 5 0 4 を超え、且つそれと同時に二階微分曲線 5 1 0 が所定の時間ウインドウ内で負のゼロ点交差を経験するときはいつでも、負の論理遷移を表す。論理遷移曲線 5 1 2 は、一階微分曲線 5 0 2 の負のピーク値が負の閾値曲線 5 0 6 を超えたとき、且つそれと同時に二階微分曲線 5 1 0
40 が正のゼロ点交差を経験するとき、いつでも正の論理遷移を表す。したがって、負のピーク 5 1 4 A は負の閾値 5 0 6 を超えている。同時に、二階微分曲線 5 0 4 は、負のピーク 5 1 4 A が負の閾値 5 0 6 を超えた後の所定時間内に、5 1 6 A で正のゼロ点交差を示す。それ故、論理遷移曲線は正の遷移 5 1 8 A を示す。正のピーク 5 1 4 B は正の閾値 5 0 4 を超え、且つ第二微分曲線は 5 1 6 B で負の遷移を行う。それ故、論理遷移曲線 5 1 2 は負の遷移 5 1 8 B を示す。同様にして、論理遷移曲線 5 1 0 は、負のピーク 5 1 4 C における正の遷移 5 1 8 C と正のゼロ点交差 5 1 6 C、正の遷移 5 1 8 D に

における負の遷移518Dと負のゼロ点交差516D、負のピーク514Eにおける正の遷移518Eと正のゼロ点交差516E、及び正のピーク514Fにおける負の遷移518Fと負のゼロ点交差516Fを示している。

【0041】二階微分曲線は516G、516H、及び516Jでゼロ点交差を示すが、論理遷移は全く認識されない。なぜならば、一階微分曲線502のピーク514G、514H、および514Jは正の閾値504を超えて、負の閾値506も超えないからである。

【0042】本発明のバーコード処理システムは、位相シフトを低減し及び除去すること、閾値を調節する能力があること、及びアナログ比較器に固有なオフセット電圧によって制限を受けることなく小さな信号を処理する能力があることを含めて、先行技術のシステムに比べて多数の利点を有する。また、デジタル信号を多数のチャンネルに分割し、異なるフィルタ及び閾値を各チャンネルごとに使用して各チャンネルごとに処理を行うことにより、多重並列処理を行うことが可能である。その場合、最良の論理信号を生じるチャンネルを本処理システムの出力として選択することができる。

【0043】本発明のバーコード処理システムの別の利点は、複数の閾値を発生する能力をもっていることである。すなわち、正の閾値とは独立な負の閾値を生じることは簡単なことである。正の閾値が正のピークのエネルギーに依存し、且つ負の閾値が負のピークのエネルギーに依存するように、閾値を発生させることができる。負の閾値が単に正の閾値の鏡像であるなら、広い空隙の後に続く幅の狭いバーは当該閾値に達しないから見過ごされる可能性がある。幅の広い空隙は高い正ピークを発生し、したがって高い正閾値を生ずる。しかし負の閾値は正閾値の単なる反転であるから、幅の狭いバーは小さな負のピークを発生し、見過ごされるかもしれない。

【0044】本発明のバーコード処理システムで採用されるデジタル処理は高速且つ簡単に閾値その他の特性を調節する手段を与えるので、正のピークに基づいて調節される正の閾値と負のピークに基づいて調節される負の閾値とを含むように構成された真に二重の閾値を採用することができる。この調節技術は正の閾値が負のピークを圧倒することを防止する。

【0045】図6は、本発明のバーコード処理に適切に採用することができる負の閾値発生方法600を示す。この方法600は正の閾値を発生するプロセッサ108又は206に適切に採用することができる。これらの閾値は当該信号を構成する各サンプルごとに発生される。ステップ601で、サンプル番号が1に設定される。ステップ602で、一階微分信号のサンプルdS(n)が所定の閾値nthDCと比較され、サンプルdS(n)がこのDC閾値よりも小さいか否かが決定される。この閾値は負の閾値なので、このDC閾値は負値であり、サンプルdS(n)がもっと大きな負の値をもっていれば、すなわちDC閾値

よりも小さければ、この閾値が超えられる。サンプルdS(n)がDC閾値よりも小さくなれば、処理はステップ604に進み、AC閾値は所定の定数C2で制御される速度で、ゼロに向けて減衰することが許される。このことは、nthAC(n)の値、すなわちサンプルdS(n)に対する負の閾値のAC成分、がC2*nthAC(n-1)に設定されることを意味する。次に、処理はステップ606に進み、閾値nthAC(n)がDC閾値nthDCに加算され、閾値nth(n)が発生される。処理はステップ620に進み、サンプル番号nが増量される。処理は次にステップ602に戻る。

【0046】サンプルdS(n)がDC閾値よりも小さいなら、処理はステップ608に進み、サンプルdS(n)がプログラム可能な定数-C1と比較される。ここで-C1は所定のDC閾値nthDCよりも小さい。すなわち、定数-C1はDC閾値nthDCよりも大きな負の値をもっている。値-C1は、図3に関連して述べた値C1を負にした値でもよく、正の閾値を決定するの使用することができる。サンプルdS(n)が定数-C1よりも小さいなら、すなわちサンプルdS(n)が定数-C1を負の方向に超えるなら、処理はステップ610に進み、値-f2[nthAC(n-1), dS(n)]がAC閾値nthAC(n)に与えられる。関数-f2[nthAC(n-1), dS(n)]は、図3で述べた関数f2[pthAC(n-1), dS(n)]を負にしたものでよく、引数nthAC(n-1)に引数pthAC(n-1)を代入し、且つ引数pthAC(n-1)に値nthDCを代入したものである。

【0047】次に、処理はステップ614に進み、nthAC(n)がC2*nthAC(n-1)よりも大きいか否かを決定するために検査される。ここでC2はプログラム可能な定数である。すなわち、nthAC(n)がC2*nthAC(n-1)よりも小さな負の値をもつか否かが検査される。もしもC2*nthAC(n-1)よりも小さいなら、処理はステップ604に進み、nthAC(n)の値をC2*nthAC(n-1)に設定することにより、値nthACがゼロに向けて減衰することを許す。次に、処理はステップ606に進み、値nthACがDC閾値nthDCに加算されて閾値nth(n)を発生する。処理は次いでステップ620に進み、サンプル番号nが増量される。処理は次にステップ602に戻る。

【0048】ステップ608に戻って、サンプルdS(n)が定数-C1よりも小さくないなら、処理はステップ612に進み、nthAC(n)に値-f1[nthAC(n1), dS(n)]が与えられる。関数-f1[nthAC(n-1), dS(n)]は、図3で述べた関数f1[pthAC(n-1), dS(n)]を負にしたものでよく、引数nthAC(n-1)に引数nthAC(n-1)を代入し、値pthDCに値nthDCを代入したものである。

【0049】次に処理はステップ614に進み、nthAC(n)がC2*nthAC(n-1)よりも大きいか否かを決定するために検査される。ここでC2はプログラム可能な定数である。すなわち、nthAC(n)がC2*nthAC(n-1)よりも小さな負の値をもっているか否かが検査される。もしもC2*nthAC(n-1)よりも小さいなら、処理はステップ604に進み、nthAC(n)の値をC2*nthAC(n-1)に設定することによ

り、nthACの値がゼロに向けて減衰することが許される。次に、処理はステップ606に進み、nthAC(n)がDC閾値nthDCに加算され、閾値nth(n)を発生する。処理は次いでステップ620に進み、サンプル番号nが増量される。処理は次にステップ602に戻る。

【0050】ステップ614に戻って、値nthAC(n)がC2*nthAC(n-1)よりも大きくならないなら、処理はステップ606に進み、nthAC(n)がDC閾値nthDCに加算され、閾値nth(n)を発生する。処理は次いでステップ620に進み、サンプル番号nが増量される。処理は次にステップ602に戻る。

【0051】図7は本発明のバーコード処理システムによって発生される一階微分曲線702を示すグラフ700である。グラフ700は正の閾値曲線704と負の閾値曲線706とを含む。しかし、第二のピーク708Bは負のピークで、もっと低いレベルの振幅をもつていて、負の閾値706は第一ピーク708Bに応答して変化したので、第二ピーク708Bは負の閾値706に達することができない。

【0052】図8は、本発明のバーコードシステムにより発生される一階微分曲線802を示すグラフ800である。一階微分曲線802は図7の一階微分曲線702と類似している。グラフ800はまた、正の閾値曲線804および負の閾値曲線806を示す。正の閾値曲線804は一階微分曲線802の正のピークに調和させて発生され、負の閾値曲線806は一階微分曲線802の負のピークに調和させて発生される。この一階微分曲線802はある数のピークを含み、その内の最初のピーク808Aおよび2番目のピーク808Bは特に注目に値する。

【0053】最初のピーク808Aはかなりの振幅をもっており、正の閾値曲線804の増大を引き起す。しかし、負の閾値曲線806は正の閾値曲線804とは独立に発生され、最初のピーク808Aに応答しては増大しない。第2ピーク808Bは小さな振幅をもつた負のピークであるが、負の閾値曲線806が増大しないので、第2ピーク808Bは負の閾値を超え、それ故適切に認識される。

【0054】本発明は現在好ましい実施形態として開示したが、上記の説明に照らして当業者は多様に実施できることが認識できよう。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明のデジタル式バーコード処理システムを示す図である。

【図2】 本発明のデジタル式バーコード処理システム

の別の局面を示す図である。

【図3】 本発明に基づいて正の閾値を発生する方法を示す図である。

【図4】 本発明のバーコード処理方法を示す図である。

【図5】 本発明のバーコード処理システムにより発生されるデジタル一階微分曲線と正負の閾値を示す図、および本発明のバーコード処理システムにより発生されるデジタル二階微分曲線と論理遷移曲線とを示す図である。

【図6】 本発明により負の閾値を発生する方法を示す図である。

【図7】 本発明のバーコード処理システムにより発生される一階微分曲線と正負の閾値曲線とを示す図で、負の閾値曲線が正の閾値曲線を反転したものであるときの図である。

【図8】 本発明のバーコード処理システムにより発生される一階微分曲線と正及び負の閾値曲線とを示す図で、正の閾値は一階微分曲線の正のピークに基づいて発生され、負の閾値が一階微分曲線の負のピークに基づいて発生されることを示す図である。

【符号の説明】

100 バーコード処理システム

101 光検出器

102 前置増幅器とローパスフィルタとの複合回路

104 微分器とバンドパスフィルタとの複合回路

106 アナログ-デジタル変換

108 プロセッサ

110 ローパスフィルタ機能部

30 112 微分機能部

114 正の閾値機能部

116 負の閾値機能部

118 比較機能部

200 バーコード処理システム

201 光検出器

202 前置増幅器／フィルタ段

204 アナログ-デジタル変換器

206 プロセッサ

208 一階デジタル微分機能部

40 210 デジタルフィルタ機能部

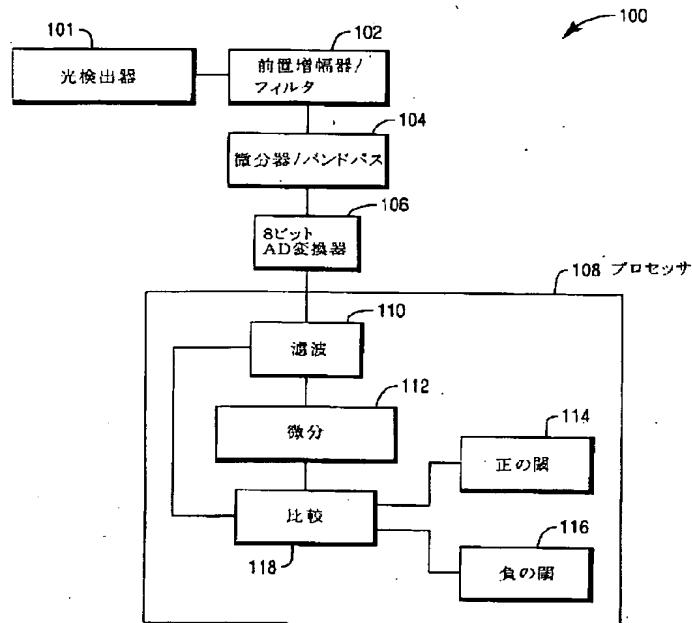
212 デジタル二階微分機能部

214 デジタル正閾値発生機能部

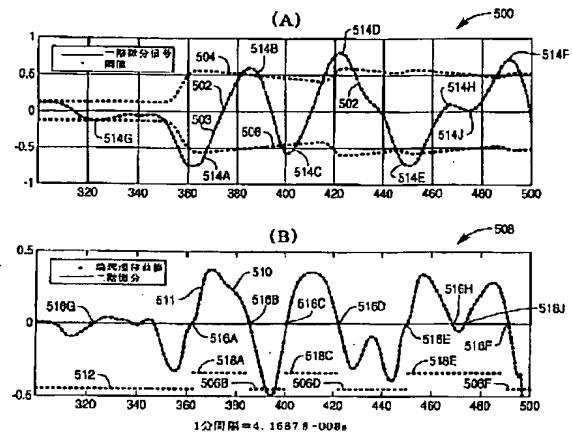
216 デジタル負閾値発生機能部

218 比較機能部

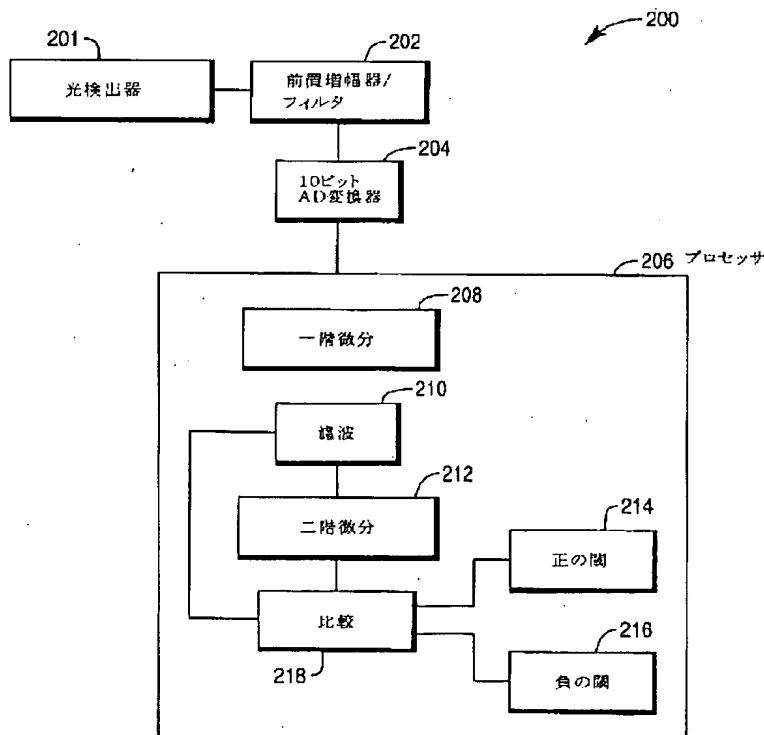
【図1】



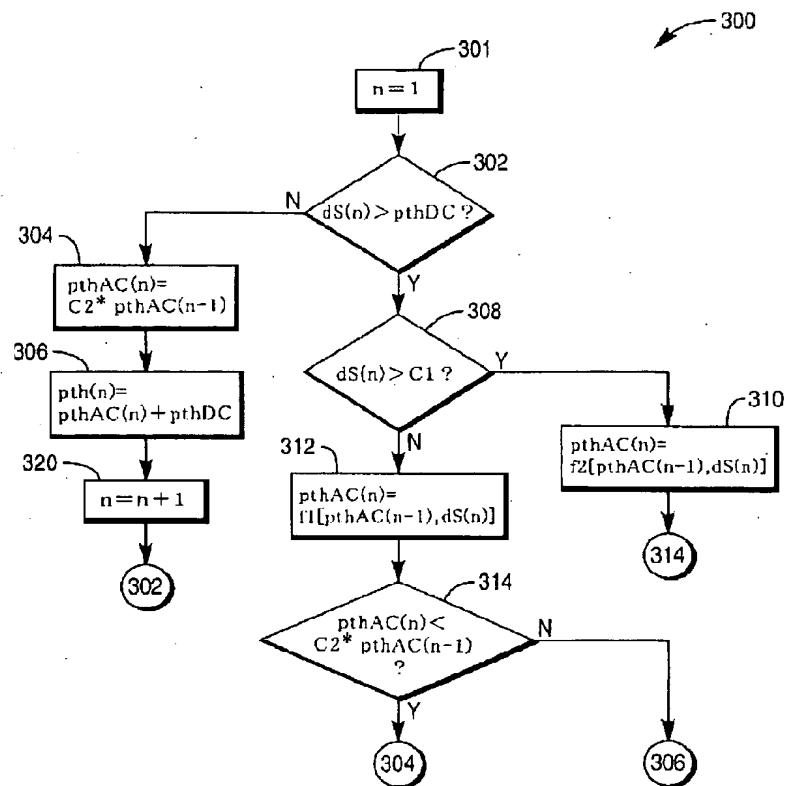
【図5】



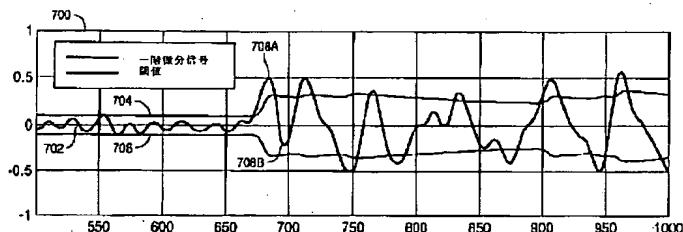
【図2】



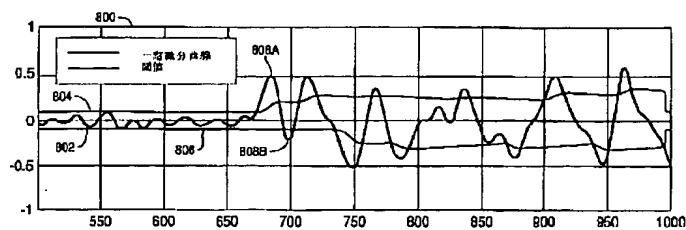
【図3】



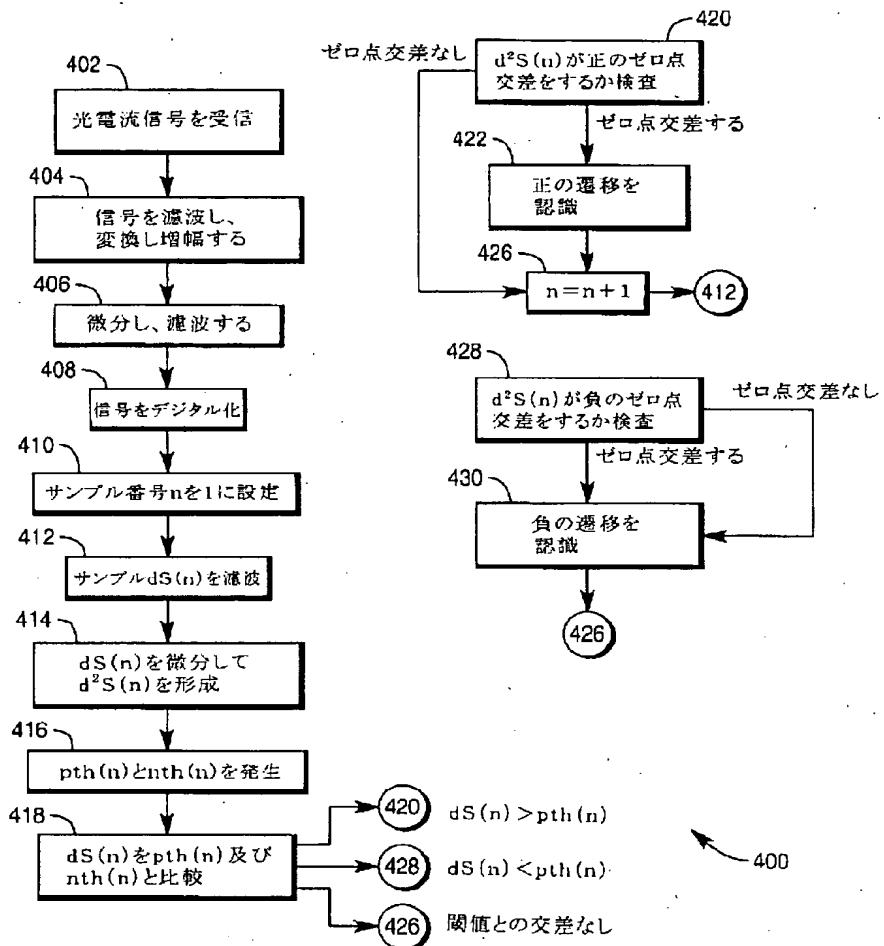
【図7】



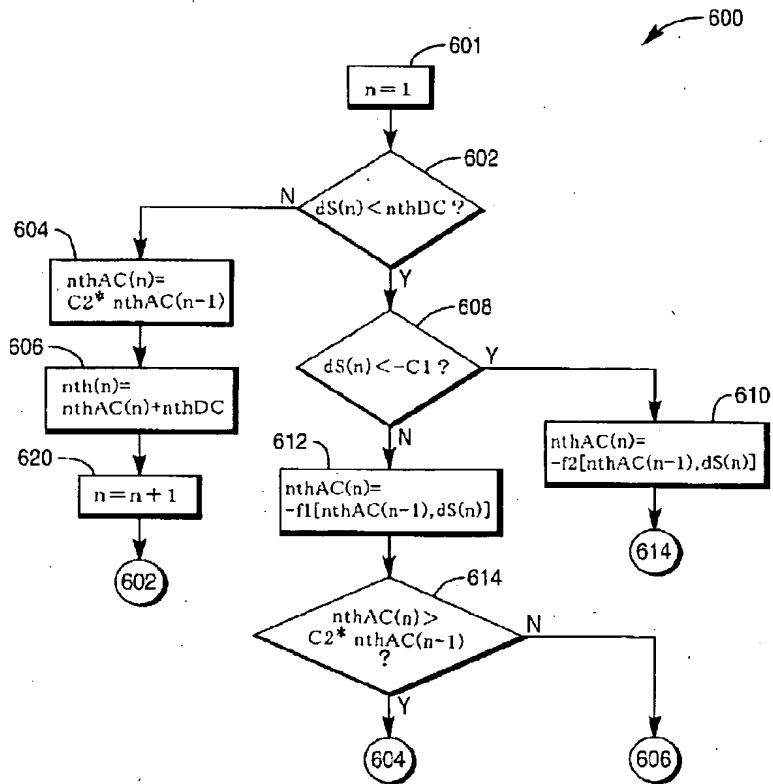
【図8】



【図4】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 ホン タン

アメリカ合衆国 30024 ジョージア州
スワニー ケープ カーリッジ ウェイ
2305

F ターム(参考) 5B072 AA01 CC24 DD02 FF02 FF32

LL11 LL18